

## تعیین بهترین منعقدکننده قبل از ازن زنی و بعد از ازن زنی جهت پیش تصفیه فاضلاب بیمارستانی (مطالعه موردی: بیمارستان سبلان شهر اردبیل)

امیرحسام حسنی<sup>۱</sup>، مریم حضرتی<sup>۲\*</sup>، مرتضی عالیقدری<sup>۳</sup>

۱. دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران،

E-mail: m.hazratii@yahoo.com

۳. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

### چکیده

**زمینه و هدف:** فاضلاب‌های بیمارستانی که دارای عوامل بیماریزا، مواد دارویی و سمی می‌باشد، تخلیه آن‌ها در چاههای جاذب یا شبکه فاضلاب شهری منجر به بحران آلودگی منابع آب می‌شود. بنابراین لازم است که فاضلاب بیمارستانی قبل از تخلیه تصفیه گردد. هدف از این مطالعه تعیین بهترین منعقدکننده قبل و بعد از ازن زنی جهت پیش تصفیه فاضلاب بیمارستانی می‌باشد.

**روش کار:** در این مطالعه از سیستم آزمایشگاهی شامل مولد ازن با ظرفیت  $15/5 \text{ go}_3/\text{h}$ ، راکتور واکنش با حجم یک لیتر و دستگاه جارتست با استفاده از منعقدکننده آلوم، کلروفریک و پلی آلومینیوم کلراید (PAC) استفاده گردید. پارامتر مورد بررسی کدورت بود که بر اساس کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب اندازه‌گیری گردید.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که PAC به عنوان بهترین منعقدکننده قبل از ازن زنی فاضلاب بیمارستانی، با دوز ۲۰۰ میلی گرم در لیتر همراه با پلی الکترولیت کاتیونی با دوز ۱ میلی گرم در لیتر راندمان حذف کدورت را ۹۹/۲ درصد حاصل نمود. بعد از ازن زنی فاضلاب بیمارستانی، آلوم به عنوان بهترین منعقدکننده با دوز ۲۰۰ میلی گرم در لیتر همراه با پلی الکترولیت کاتیونی ۰/۳ میلی گرم در لیتر راندمان حذف کدورت را ۹۷/۹۸ درصد حاصل نمود.

**نتیجه‌گیری:** PAC و آلوم به ترتیب به عنوان بهترین منعقدکننده قبل از ازن زنی و بعد از ازن زنی فاضلاب بیمارستانی مشخص شدند و همچنین ازن زنی دوز مصرفی منعقدکننده‌ها را پایین آورد.

**واژه‌های کلیدی:** منعقدکننده، ازن زنی، فاضلاب بیمارستانی

پذیرش: ۹۰/۴/۲۹

دریافت: ۹۰/۱/۲۲

### مقدمه

فاضلاب حاصل از بیمارستان‌ها حاوی زائدات دارویی، میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های مقاوم آنتی‌بیوتیکی، فلزات سنگین، عناصر رادیواکتیو و شیمیایی سمی، هورمون‌ها و زائدات مربوط به مواد گندزدا هستند [۱]، که تخلیه مستقیم این فاضلاب‌ها به چاه‌های جاذب

یا سیستم‌های فاضلابرو شهری بدون تصفیه مقدماتی آن خطرات بالقوه محیطی و بهداشتی جبران‌ناپذیری را در پی دارد [۲]. آلودگی آب‌ها در اثر پساب‌های دارویی و بیمارستانی مشکلات فراوانی را به وجود می‌آورد و سبب آلودگی منابع آب سطحی و سفره‌های آبی زیرزمینی می‌شود [۳]. بنابراین تصفیه

فاضلاب بیمارستانی قبل از ورود به سیستم فاضلاب شهری از اهمیت خاصی برخوردار است. فرآیند انعقاد می‌تواند به‌عنوان پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی مورد استفاده قرار گیرد [۴]. فرآیند انعقاد ذرات کلوئیدی را به‌وسیله افزودن مواد منعقدکننده ناپایدار می‌سازد [۵ و ۶]. عملیات لخته‌سازی، ذرات ناپایدار شده را تبدیل به لخته‌های درشت می‌نماید که با ته‌نشینی حذف می‌شوند [۷]. ازن به‌عنوان کمک‌منعقدکننده قبل از فرایند انعقاد و لخته‌سازی به فرآیند تزریق می‌گردد [۸ و ۹]. تزریق ازن به‌عنوان یک عامل گندزدایی در پساب عمل می‌کند [۱۰] و باعث افزایش قابلیت لخته‌سازی جرم توده سلولی زنده می‌شود [۱۱].

Suarez و همکاران، سال ۲۰۰۸، پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی با انعقاد و لخته‌سازی را مورد بررسی قرار دادند، منعقدکننده‌های مورد بررسی آلوم و کلروفریک بودند که با دوز ۲۰۰-۰ میلی‌گرم در لیتر بررسی شدند، بهترین منعقدکننده آلوم با دوز ۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد [۱۲]. مطالعه دیگری توسط Bok Lee و همکاران، سال ۲۰۰۹، برای تصفیه فاضلاب بیمارستانی با استفاده از فرایند انعقاد و لخته‌سازی صورت گرفت، بر اساس نتایج این تحقیق PAC بهترین منعقدکننده حاصل شد. از آنجا که استفاده از منعقدکننده مناسب در تشکیل حجم لخته‌ها و سرعت تشکیل آن‌ها و میزان حذف مواد کلوئیدی نقش به‌سزایی دارد، هدف از این مطالعه تعیین بهترین منعقدکننده قبل از ازن‌زنی و بعد از ازن‌زنی جهت پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی می‌باشد که بیمارستان سبلان اردبیل به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید [۱۳].

### روش کار

مطالعه مورد نظر یک مطالعه بنیادی-کاربردی می‌باشد که در مقیاس آزمایشگاهی در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب اردبیل انجام گرفت. متغیر مورد

بررسی در این تحقیق کدورت (Turbidity) می‌باشد که به کمک دستگاه کدورت‌سنج مدل 2100P ساخت شرکت HACH اندازه‌گیری گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. سیستم ازن‌زنی شامل مولد ازن (ساخت مرکز تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی)، کپسول اکسیژن، راکتور ازن‌زنی از جنس شیشه و استوانه‌ای شکل با حجم یک لیتر (نسبت طول به عرض آن ۶ به ۱) بود. اکسیژن از طریق دستگاه اکسیژن‌ساز وارد ژنراتور ازن شده و از بین دو الکترود با ولتاژ بالا عبور داده شد. بدین ترتیب ۳ مولکول اکسیژن به ۲ مولکول ازن تبدیل گردید سپس ازن تولیدی از طریق شیلنگ رابط وارد راکتور ازن‌زنی شد. برای پخش مؤثر ازن از یک دیفیوزر هوا در کف راکتور استفاده گردید. غلظت ازن در گاز ورودی به راکتور، میزان جریان گاز  $O_2$  به ترتیب ۵/۱۵ gO<sub>3</sub>/h، ۴ L/ min تنظیم شد. برای انجام آزمایش انعقاد و لخته‌سازی از دستگاه جارتست ساخت شرکت زاگرس شیمی با استفاده از منعقدکننده‌های کلروفریک، آلوم، پلی آلومینیوم کلراید (PAC) و کمک منعقد کننده پلی‌الکترولیت کاتیونی استفاده گردید.

جهت تعیین بهترین منعقدکننده قبل و بعد از ازن‌زنی برای پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی، در مرحله نخست نمونه‌برداری از فاضلاب بیمارستان سبلان شهر اردبیل انجام گردید. نمونه‌برداری از قسمت ورودی فاضلاب به تصفیه‌خانه و بصورت مرکب از ساعت ۷:۳۰ صبح تا ۲۰ شب به‌صورت ساعتی انجام گرفت. نمونه‌های مرکب برداشتی به تعداد ۲ بار صورت گرفت. بعد از هر مرحله از نمونه‌برداری، کیفیت فاضلاب خام بیمارستانی تعیین گردید که در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱. پارامترهای مورد سنجش نمونه های مرکب ۱ و ۲ فاضلاب خام

بیمارستانی				
نمونه	COD (mg/L)	Turb (NTU)	pH	دما (°C)
۱	۷۰۶	۱۳۴	۸/۰۶	۲۱
۲	۵۲۵	۱۰۶	۷/۱۴	۲۱

#### تعیین بهترین منعقد کننده قبل از ازن زنی

در این مرحله فرایند انعقاد ولخته سازی به کمک آزمایش جارتست با استفاده از سه منعقد کننده کلروفریک، آلوم و PAC جهت تعیین بهترین منعقد کننده و تعیین دوز بهینه منعقد کننده و همچنین بررسی اثر کمک منعقد کننده پلی الکترولیت کاتیونی بر منعقد کننده ها انجام گرفت.

برای این منظور هر سه منعقد کننده به طور جداگانه در دستگاه جارتست مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش بدین صورت بود که در شش بشر دستگاه جار در هر یک به میزان ۱ لیتر از نمونه فاضلاب خام ریخته شد. از منعقد کننده مورد نظر ۱۰ گرم در یک لیتر آب حل شد. کاملاً به صورت همگن درآمد. از محلول بدست آمده به هر یک از بشرهای ۱ تا ۶ به ترتیب میزان ۰/۵cc، ۱/۵cc، ۳cc، ۵cc، ۱۰cc، ۲۰cc اضافه گردید و دستگاه به مدت ۲ دقیقه با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه عمل اختلاط سریع را انجام داد. سپس دستگاه روی ۲۰ دور در دقیقه با زمان ۲۰ دقیقه تنظیم شد و عمل اختلاط کند انجام گرفت. سپس بعد از مرحله ته نشینی نهایی به مدت ۳۰ دقیقه، کدورت پساب بشرها با استفاده از دستگاه کدورت سنج اندازه گیری گردید و بر اساس کمترین میزان کدورت به دست آمده، بهترین منعقد کننده و دوز بهینه منعقد کننده تعیین گردید.

جهت بررسی اثر کمک منعقد کننده پلی الکترولیت کاتیونی بر منعقد کننده ها، آزمایش جارتست با استفاده از سه منعقد کننده به طور جداگانه با بهترین دوز به دست آمده آن ها همراه با پلی الکترولیت کاتیونی

در دوزهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۲ میلی گرم در لیتر مورد آزمایش قرار گرفتند.

#### تعیین بهترین منعقد کننده بعد از ازن زنی

ابتدا نمونه فاضلاب خام بیمارستانی به تعداد شش بار در شش زمان متفاوت به طور جداگانه در راکتور ازن زنی به مدت ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ دقیقه ازن زنی شد. سپس نمونه های ازن زنی شده به طور جداگانه در ظروف شیشه ای ریخته شد، سپس میزان COD هر یک از نمونه ها اندازه گیری گردید و بر اساس بیشترین میزان حذف COD بهترین زمان تماس ازن تعیین گردید.

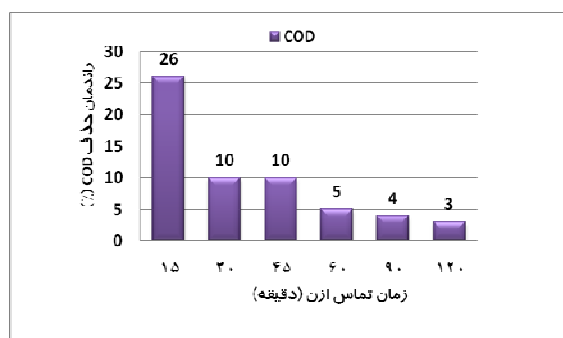
جهت تعیین بهترین منعقد کننده بعد از ازن زنی، نمونه فاضلاب خام بیمارستانی در زمان تماس بهینه ازن بدست آمده، ازن زنی گردید. سپس فرایند انعقاد ولخته سازی بر روی نمونه ازن زنی شده برای هر یک از سه منعقد کننده مورد بررسی در دوزهای ۲۰۰-۱۵ میلی گرم در لیتر به طور جداگانه انجام گرفت. سپس اثر کمک منعقد کننده پلی الکترولیت کاتیونی بر منعقد کننده ها در دوزهای ۰/۱-۲ میلی گرم در لیتر مورد آزمایش قرار گرفتند و بر اساس بیشترین میزان حذف کدورت، بهترین منعقد کننده تعیین گردید. در هر مرحله کلیه آزمایشات دو بار تکرار و میانگین دو بار تکرار هر پارامتر به عنوان مقدار آن گزارش گردید. لازم به ذکر است که آزمایشات مطابق با روش های ارائه شده در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت [۱۴]. داده های به دست آمده به کمک نرم افزار Excel مورد آنالیز و تحلیل آماری قرار گرفت.

#### یافته ها

تعیین بهترین منعقد کننده برای پیش تصفیه فاضلاب خام بیمارستانی

### تعیین بهترین زمان تماس ازن

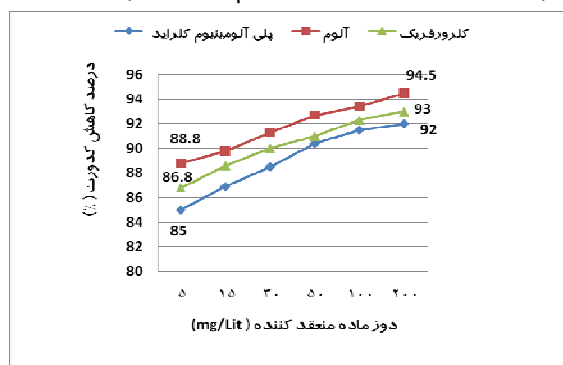
طبق شکل ۳، نمونه‌های فاضلاب خام به ترتیب در مدت زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ دقیقه ازن‌زنی شدند، راندمان حذف COD به ترتیب زمان‌ها ۲۶، ۱۰، ۱۰، ۵، ۴، ۱۰، ۱۰ درصد شد، بنابراین بر اساس بیشترین راندمان حذف پارامتر بهترین مدت زمان ازن‌زنی ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد.



نمودار ۱.۳ اثر زمان تماس ازن بر میزان کاهش COD (دوز ازن ۱۵/۵ گرم ازن در ساعت)

### تعیین بهترین منعقد کننده برای تصفیه پساب ازن‌زنی شده

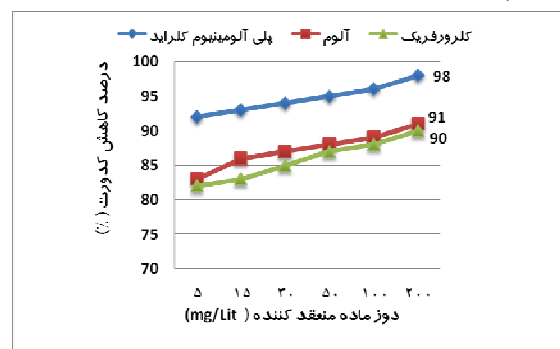
طبق شکل ۴، آلوم ۹۴/۵٪ از کدورت پساب ازن‌زنی‌شده را کاهش داد و به عنوان بهترین منعقد کننده انتخاب شد. بعد از آلوم، به ترتیب کلروفریک و پلی آلومینیوم کلراید ۹۳٪ و ۹۲٪ از کدورت پساب را کاهش دادند. دوز بهینه برای هر سه مواد منعقد کننده ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بود.



نمودار ۴. اثر منعقد کننده ها بر میزان کاهش کدورت پساب

ازن‌زنی‌شده (دوز ازن: ۱۵/۵ گرم ازن در ساعت، زمان تماس ازن: ۱۵ دقیقه)

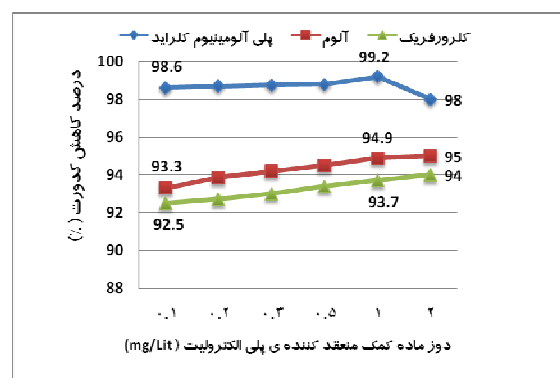
طبق شکل ۱، پلی آلومینیوم کلراید ۹۸٪ از کدورت فاضلاب خام بیمارستانی را کاهش داد و به عنوان بهترین منعقد کننده انتخاب شد و بعد از آن به ترتیب آلوم ۹۱٪ و کلروفریک ۹۰٪ از کدورت را کاهش داد. دوز بهینه هر سه ماده منعقد کننده ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بود.



نمودار ۱. اثر منعقد کننده‌ها بر میزان کاهش کدورت فاضلاب خام بیمارستانی

### بررسی اثر پلی الکترولیت کاتیونی بر عملکرد منعقد کننده

مطابق با شکل ۲، پلی آلومینیوم کلراید همراه با پلی الکترولیت کاتیونی با دوز ۱ میلی گرم در لیتر، ۹۹/۲٪ از کدورت را کاهش داد. آلوم و کلروفریک همراه با پلی الکترولیت کاتیونی با دوز ۲ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۹۵٪ و ۹۴٪ از کدورت را کاهش دادند.



نمودار ۲. اثر منعقد کننده ها همراه با کمک منعقد کننده پلی الکترولیت کاتیونی بر میزان کاهش کدورت فاضلاب خام بیمارستانی

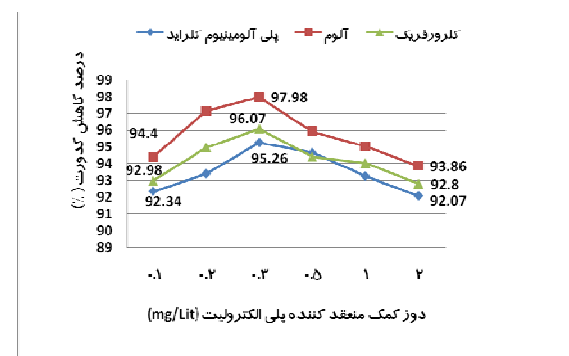
کاهش دهد و میانگین کدورت نمونه‌های فاضلاب بیمارستانی را به  $3 \text{ NTU}$  برساند و PAC همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی میانگین کدورت نمونه‌های فاضلاب بیمارستانی را به  $1/5 \text{ NTU}$  رساند. از آنجا که در کدورت‌های کمتر مکانیسم پل‌سازی و در کدورت‌های بالاتر مکانیسم خنثی‌سازی بار غلبه دارد، یعنی در کدورت‌های پایین پلیمرهای آنیونی و در کدورت‌های بالا پلیمرهای کاتیونی در حذف کدورت ارجحیت دارند [۱۵]، به همین دلیل از پلی‌الکترولیت کاتیونی استفاده گردیده است. نتیجه حاصل با نتایج به‌دست‌آمده تحقیق Bok Lee و همکاران که تصفیه فاضلاب بیمارستانی را با استفاده از فرایند انعقاد و لخته‌سازی انجام دادند و دریافتند که PAC به عنوان بهترین منعقدکننده می‌باشد، مطابقت دارد. بر اساس استاندارد حفاظت محیط زیست ایران کدورت پساب جهت تخلیه به آب‌های سطحی معادل  $50 \text{ NTU}$  می‌باشد [۱۶]، که نتیجه به‌دست آمده از این پژوهش خیلی پایین‌تر از این مقدار می‌باشد. البته باید در نظر گرفت چون فاضلاب مورد بررسی فاضلاب بیمارستانی می‌باشد، قبل از تخلیه به محیط علاوه بر پارامتر کدورت بایستی پارامترهایی نظیر  $\text{BOD}_5$  و  $\text{COD}$  هم مدنظر قرار گیرد که خارج از محدوده این پژوهش می‌باشد.

در مرحله ازن‌زنی ابتدا بهترین زمان تماس ازن مشخص گردید، از آنجا که ازن‌زنی از طریق اکسیداسیون باعث تجزیه بسیاری از مواد آلی مقاوم می‌شود [۱۷]، بنابراین در این مرحله از پژوهش بیشترین میزان حذف  $\text{COD}$  مبنای بهترین زمان تماس ازن در نظر گرفته شد.

بهترین منعقدکننده بعد از ازن‌زنی پساب بیمارستانی از بین سه منعقدکننده مورد بررسی، منعقدکننده آلوم حاصل شد. آلوم  $94/5\%$  از کدورت پساب ازن‌زنی‌شده را کاهش داد و کدورت پساب را به  $5/08 \text{ NTU}$  رساند. این ماده همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت

### اثر کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی همراه با منعقدکننده‌ها بعد از ازن‌زنی پساب

مطابق شکل ۵، هر سه منعقدکننده با دوز  $200$  میلی‌گرم در لیتر همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت با دوزهای متفاوت روی پساب ازن‌زنی‌شده جهت کاهش کدورت مورد بررسی قرار گرفتند. هر سه منعقدکننده همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی با دوز  $0/3$  میلی‌گرم در لیتر بالاترین راندمان حذف کدورت را داشتند. آلوم، کلروفریک و پلی‌آلومینیوم کلراید همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی به‌ترتیب  $97/98\%$ ،  $96/07\%$  و  $95/26\%$  از کدورت پساب ازن‌زنی‌شده را کاهش دادند.



نمودار ۵. اثر منعقدکننده‌ها همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی بر کاهش کدورت پساب ازن‌زنی شده

### بحث

در این پژوهش بهترین منعقدکننده قبل و بعد از ازن‌زنی جهت پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی مورد بررسی قرار گرفت. بیمارستان سبلان اردبیل به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. بر اساس نتایج این تحقیق بهترین منعقدکننده برای پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی قبل از ازن‌زنی از بین سه منعقدکننده PAC، کلروفریک، آلوم، منعقدکننده PAC تعیین گردید، به طوری که این منعقدکننده با بالاترین میزان حذف مواد کلوئیدی فاضلاب بیمارستانی، به تنهایی توانست  $98\%$  از کدورت فاضلاب خام بیمارستانی را

کاتیونی ۹۷/۹۸٪ کدورت پساب ازرن‌زنی‌شده را کاهش داد، به عبارتی میانگین کدورت نمونه‌های فاضلاب بیمارستانی را به ۲ NTU رساند، در حالی‌که آلوم بدون ازرن‌زنی فاضلاب، کدورت را به ۱۰/۰۸ NTU رسانده بود. بنابراین ازرن‌زنی باعث افزایش قابلیت لخته‌سازی جرم توده سلولی زنده می‌شود که این مطابق با یافته‌های Reckhow می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

PAC با بالاترین راندمان حذف کدورت فاضلاب خام بیمارستانی، به عنوان بهترین منعقدکننده انتخاب شد، به طوری‌که کدورت پساب بیمارستانی را به ۳ NTU رساند. این ماده همراه با کمک منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی کدورت را به ۱/۵ NTU رساند، بعد از این ماده به‌ترتیب آلوم و کلروفریک در

درجات بعدی جهت حذف کدورت فاضلاب خام بیمارستانی قرار گرفتند. بهترین منعقدکننده برای پساب ازرن‌زنی‌شده آلوم مشخص گردید، بعد از آلوم، کلروفریک و PAC جهت حذف کدورت پساب ازرن‌زنی‌شده، در درجات بعدی قرار گرفتند. آلوم کدورت پساب را به ۵/۰۸ NTU رساند و این ماده همراه با کمک‌منعقدکننده پلی‌الکترولیت کاتیونی، کدورت را به ۲ NTU رساند. در حالی‌که آلوم بدون ازرن‌زنی فاضلاب، کدورت را به ۱۰/۰۸ NTU رسانده بود، بر اساس نتایج این تحقیق ازرن‌زنی فاضلاب بیمارستانی کارایی منعقدکننده‌ها را افزایش داد و همچنین ازرن‌زنی دوز مصرفی منعقدکننده‌ها را پایین آورد. پس می‌توان نتیجه گرفت که بهترین منعقدکننده قبل و بعد از ازرن‌زنی جهت پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی به ترتیب PAC و آلوم می‌باشد.

### منابع

- 1- Sheng H, Chi M. Treatment of hospital wastewater effluents by ozonation and chemical coagulation. Water Research. 1993, 27(12), pp:1743-1748.
- 2-Wang ZP, Zhang Z, Lin YJ, Deng NS, Tao T, Zhuo K. Landfill Leachate treatment by a coagulation photooxidation process. Hazardous Mater. 2002, 95, pp:153-59.
- 3- Mingquan Yan, Dongsheng Wang, Baoyou Shi, Min Wang, You Yan. Effect of Pre-ozonation on Optimized Coagulation of a Typical North-China Source Water. Chemosphere, 2007, 69(11), pp:1695-1702.
- 4- Rossini M, Grrido J, Glluzzo M. Optimization of the coagulation flocculation treatment: influence of rapid mix parameters. Water Res. 1999, 33, pp: 1817-1826.
- 5- Aboulhassan M.A, Souabi S, Yaacoubi A, Baudu M. Improvement of paint effluents coagulation using natural and synthetic coagulant aids. Journal of Hazardous Materials. 2006, 138,(2) November 2006, pp: 40-45.
- 6- Liu H, Wang D, Wang M. Effect of pre-oxonation on coagulation with IPF. PACL: Role of coagulant speciation. Colloids and Surfaces A. 2007, 294, pp:111-116.
- 7- Chiang P, Chang E, Chang P, Huang C. Effects of pre-ozonation on the removal of THM precursors by coagulation. Science of The Total Environment. 2009, 407(21), pp: 5735-5742.
- 8- Purnendu B, David A. The effect of ozonation on natural organic matter removal by alum coagulation. Water Research. 2007, 41( 7), pp:1516-1524.
- 9- Uyguner C, Suphandag A, Kerc A, Bekbolet M. Evaluation of adsorption and coagulation characteristics of humic acids preceded by alternative advanced oxidation techniques. Desalination. 2007, 210(3), pp: 183-193.
- Ceyda Senem Uyguner, Serif Altan Suphandag, Aslihan Kerc, Miray Bekbolet
- 10- Metcalf & eddy. Wastewater engineering, treatment & reuse, mc- graw- hill, 2003.
- 11-Reckhow D, Singer P. The removal of organic halide precursors by preozonation and alum coagulation. AWWA, 1999, 76, pp:151-157.
- 12-Suarez S, Juan M, Omil F. Pre-treatment of hospital wastewater by coagulation-flocculation and flotation. Bioresource Technology. 2009. 100, pp:2138-2146.

- 13- Bok Lee B, Ho Choo K, Chang C, June Choi S. Optimizing the coagulant dose to control membrane fouling in combined coagulation/ultrafiltration systems for hospital wastewater reclamation. Chemical Engineering Journal, 2009, 155(1), pp:101-107.
- 14-APHA. Standard Method for the Examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. Washington DC: APHA; 2005.
- 15- Monje R, Ramirez M, Orta M. Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation–ozonation coupling processes. Water Research. 2004, 38( 9), pp: 2359-2367.
- ۱۶- سازمان حفاظت محیط زیست ایران، استاندارد استفاده مجدد از پساب، ۱۳۷۲
- 17-Moussavi G, Jamal A. Effect of Waste Activated Sludge Pretreatment with Ozon on the Performance of Aerobic Digestion Process. Health and Environ. 2009, 1(2), pp:89-98.

## Determining the Best Coagulants Before and After Ozonation to Pretreatment of the Hospital Wastewater (Case Study: Sabalan Hospitals in Ardabil)

Hassani A.H<sup>1</sup>, Hazrati M<sup>2\*</sup>, Alighadri M<sup>3</sup>

1. Associate Professor, Department of Enviromen Engineering, Faculty of Enviromen and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University of Tehran, Tehran, Iran

2. *Corresponding Author:* MSc of Enviromen Engineering, Faculty of Enviromen and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University of Tehran, Tehran, Iran. *E-mail:* [m.hazratii@yahoo.com](mailto:m.hazratii@yahoo.com)

3. Department of environmental health engineering, Ardabil University of medical Science

### ABSTRACT

**Background & Objectives:** Hospital wastes, when discharged into the wells and city sewerage system, leads to pollution of water resources due to their pathogen, drug, and toxic substances contents. So it has to be treated before discharge. The purpose of this study was determining the best coagulants before and after ozonation to pretreatment of the hospital wastewater.

**Methods:** We used a laboratory system including ozone generator with the capacity of 15.5 go3/h, one liter reaction reactor and Jar-test system by using Alum, PAC, FeCl<sub>3</sub> coagulants. Turbidity was tested based on standard methods.

**Results:** PAC was determined as the best coagulant for before ozonation of hospital wastewater. Using 200 mg/Lit of PAC along with 1 mg/Lit of cationic poly electrolyte resulted in 99.2 percent of turbidity removal. Alum was the best coagulant for after ozonation with a dose of 200 mg/Lit along with 0.3 mg/Lit of cationic poly electrolyte that resulted in 97.98% removal of turbidity.

**Conclusion:** PAC and Alum were determined as the best coagulants for before and after ozonation of the hospital wastewater, respectively. Ozonation reduced the dose of coagulants applied.

**Key Words:** Coagulants, Ozonation, Hospital Wastewater.